PCT/KR 03/01246

RO/KR 25.06.2003

27 MAY 2005

대한민국특허청
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

REC'D 11 JUL 2003
WIPO PCT

출 원 번 호 : 10-2003-0040901
Application Number

출 원 년 월 일 : 2003년 06월 23일
Date of Application JUN 23, 2003

출 원 인 : 김태훈 외 1명
Applicant(s) KIM, TAE HOON, et al.

2003 년 06 월 25 일

특 허 청
COMMISSIONER

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2003.06.23
【발명의 명칭】	직교 진폭 변조의 경판정복조방법 및 그 장치
【발명의 영문명칭】	A demodulation method using hard decision for quadrature amplitude modulation and an apparatus thereof
【출원인】	
【성명】	김태훈
【출원인코드】	4-2003-023912-6
【출원인】	
【성명】	서홍석
【출원인코드】	4-2003-023911-0
【대리인】	
【성명】	정세성
【대리인코드】	9-2000-000300-3
【포괄위임등록번호】	2003-043327-9
【포괄위임등록번호】	2003-043328-6
【발명자】	
【성명】	김태훈
【출원인코드】	4-2003-023912-6
【발명자】	
【성명】	서홍석
【출원인코드】	4-2003-023911-0
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인 정세성 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 39,000 원
【가산출원료】	12 면 40,800 원

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	12	항	493,000	원
【합계】	572,800	원		
【감면사유】	개인 (70%감면)			
【감면후 수수료】	171,900	원		

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 수신된 정방형 직교진폭변조 신호의 경판정 복조에 관한 것으로, 특히 수신된 신호를 복조할 때 비트단위로 복조함으로서 신속하고, 정확한 복조가 가능한 경판정 복조 방법 및 그 장치에 관한 것이다. 이와 같은 경판정 복조 방법은 정방형 직교진폭 변조(QAM) 방식의 경판정복조방법에 있어서, 수신된 신호의 직교 위상성분값과 동위상성분값으로부터 해당 출력값을 심벌단위가 아닌 비트단위로 결정함으로써, 비트 단위의 복조가 가능해짐에 따라 후속되는 좀더 유용한 복조기법의 개발이 가능해지며, 각 비트에 독립된 2차적 처리를 가하여 새로운 역할을 부여할 수 있고, 복조화 과정에서 연산이 없이 단순한 비교 회로로만 구성이 가능하므로 이에 따른 실제 구현의 유연성과 처리속도가 향상되는 효과가 있다

【대표도】

도 12

【색인어】

경판정, hard decision, 복조, QAM

【명세서】

【발명의 명칭】

직교 진폭 변조의 경판정복조방법 및 그 장치{A demodulation method using hard decision for quadrature amplitude modulation and an apparatus thereof}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 일반적인 통신 시스템에서의 변조 및 복조 과정을 설명하기 위한 도면

도 2는 일반적인 디지털 통신 시스템을 설명하기 위한 블록 구성도

도 3은 일반적인 BPSK 변조 방법을 설명하기 위한 블록 구성도

도 4는 16-QAM 방식에서 조합 분포도(Constellation Point)의 한 예를 나타낸 도면

도 5는 도 4에 나타낸 16-QAM 방식에서의 복조 방법을 설명하기 위한 도면

도 6은 본 발명의 제1실시예에 따른 경판정 복조 방법을 설명하기 위한 조합 분포도(Constellation Point)를 나타낸 도면

도 7 내지 도 8은 도 6에 나타낸 조합 분포도에서의 비트 분포를 설명하기 위한 도면

도 9는 본 발명의 제2실시예에 따른 경판정 복조 방법을 설명하기 위한 조합 분포도(Constellation Point)를 나타낸 도면

도 10 내지 도 11은 도 9에 나타낸 조합 분포도에서의 비트 분포를 설명하기 위한 도면

도 12는 본 발명에 따른 경판정값 결정과정을 기능블럭으로 나타낸 도면

도13은 본 발명에 따른 제1형 64-QAM의 경판정 복조를 위한 하드웨어 구성을 나타낸 도면

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<12> 본 발명은 경판정 복조화에 관한 것으로, 특히 수신된 신호를 복조화할 때 비트단위로 복조화함으로서 신속하고, 정확한 복조가 가능한 경판정 복조화 방법에 관한 것이다.

<13> 도 1에서 볼 수 있듯이 원래의 정보는 변조기를 통하여 반송파(carrier signal)에 실려지고, 그것을 전송매체를 통해서 보낸다. 수신부에서는 복조기가 수신된 신호에서 반송파를 제거하여 원래의 정보를 다시 복원하게 된다. 이러한 일련의 과정에서 전송잡음은 수신된 신호에 영향을 주고, 이러한 결과로 복조된 신호(Demodulated signal)가 원래의 정보와는 다른 정보를 보여주게 되는 것이다.

<14> 통신기술은 디지털·기술이 도입되면서 새로운 국면을 맞이하게 되는데, 과거 아날로그로만 행하여지던 통신이 디지털 기술과 접목이 되면서 단순한 음성 통신만이 아닌 음성, 화상, 데이터 등등을 주고받을 수 있는 디지털 통신 시스템으로 발전하게 된다.

<15> 도 2는 일반적인 디지털 통신 시스템의 블록 구성도이다.

<16> 여기서 원래의 정보(source)는 0과 1로만 표현된 디지털 신호를 의미하는데,

원래의 신호는 신호 부호기를 통해 효율이 높은 즉 0과 1의 개수가 줄어든 형태의 신호로 변형되어 전송매체 부호기로 전송된다. 이 전송매체 부호기는 신호 부호기로부터 받은 일련의 디지털 신호를 다시 일정한 규칙을 지닌 디지털 신호로 바꾸게 되고 이러한 과정을 통해 좀더 잡음에 강한 신호체계가 만들어 진다.

<17> 변조기에서는 이러한 신호를 받아들여 그것을 반송파에 실어서 통신매체(예를 들면, 공기(air))를 통해 보내는 것으로 송신기의 역할은 끝난다.

<18> 수신기에서는 이렇게 전달된 신호를 받아들여 복조기에서 반송파를 제거하고 통신매체 복호기에서는 수신된 신호의 규칙을 원래대로 복원하고, 신호 복호기는 줄여진 디지털 신호를 원래의 상태로 다시 복원하고 최종적인 결과를 출력한다.

<19> 여기서 전송매체 부호기와 전송매체 복호기는 통신을 신뢰성을 확보하기 위한 것이고, 신호 부호기, 신호 복호기, 변조기와 복조기는 빠른 송수신을 확보하기 위한 것이다.

<20> 통신의 신뢰성 확보를 위해 전송매체 부호기와 전송매체 복호기를 통해 좀더 잡음에 강한 규칙적 신호 체계를 생성하여 전송되는 과정에서 발생할 수 있는 신호의 왜곡이나 손실을 방지하였고, 통신의 속도 즉, 효율성은 신호 부호기, 신호 복호기에서 신호를 표현하기 위한 0과 1의 개수를 줄이고, 변조기와 복조기에서 반송파에 실어 보내는 신호의 함축성을 높여 하나의 신호에 더 많은 0과 1이 함축되도록 하였다.

<21> 가장 일반적인 디지털 변/복조 기술로는 도 3에 나타낸 바와 같은 BPSK(Binary Phase Shift Keying) 기술이 있다. 이 기술은 0과 1의 신호를 1과 -1로 변화시켜 이것에 따라 반송파(일반적으로 코사인 파)의 위상을 180도 변화시켜 수신부에서 이 위상의 변

화에 따라 원래의 값을 복원하도록 한다. 그러나 BPSK의 경우 한 파장에 하나의 신호, 즉 하나의 0이나 1밖에 실어 보낼 수 없어 효율성이 낮아 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 방식이나 직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation : 이하 QAM이라 약칭 함) 방식이 개발되었다. 이러한 직교 진폭 변조 방식도 조합 분포도의 모습에 따라 크게 다이아몬드형과 정방형의 형태로 나눌 수 있으며 이 발명은 정방형 직교 진폭 변조에 대해서만 적용이 된다.

<22> 우선, QAM 방식은 주어진 반송파의 진폭을 새롭게 변화시켜 하나의 파장에 더 많이 함축된 신호 즉 비트(bit)를 실어 보낼 수 있게 한 것으로, 반송파로는 코사인파와 사인파를 사용하게 되는데, 두 개의 파형을 서로 직교하게 전송하므로 서로간의 간섭은 없다.

<23> 이러한 두 파의 진폭을 서로 연결시켜 다수개의 조합을 만들어내며, 수학적으로 표현하자면 서로 간섭하지 않는 두 수 즉 실수와 허수로 표현할 수 있다. 즉 복소수 $\alpha+\beta i$는 α의 값의 변화가 β의 값에는 영향을 미치지 않는다. 이러한 이유로 코사인파는 α에 사인파는 β에 대응시켜 볼 수 있다.

<24> 이렇게 하여 16개의 조합을 복소 평면에 표현해 놓은 한 예가 도 4이고, 이렇게 16개의 약속된 점을 기준으로 변/복조 하는 QAM을 16-QAM 이라 한다.

<25> 도 4에서 알 수 있듯이 이러한 실수부와 허수부의 코사인파와 사인파의 진폭변화 조합으로 16개의 미리 설정된 점(point)을 표현하였다. 이렇게 함으로써 하나의 파장에 4개의 비트를 함축하여 실어 보내는 것이 가능하다. 도 4의 점(point)의

밑에 표시된 0과 1의 조합은 위치에 따라 함축된 4개의 비트들이 한 묶음으로 설정 분포된 형태를 보여준다. 즉 실수부의 값이 3이고, 허수부의 값이 1이라면 그에 해당하는 비트의 조합, 즉 심벌은 ' 0001' 인 것이다. 즉 코사인파의 진폭과 사인파의 진폭을 알면 수신된 신호가 의미하는 비트의 조합(심벌)을 찾아낼 수 있다.

<26> QAM 방식의 변조기는 위에서 설명한 방식으로 미리 설정된 16개 또는 그 이상(2의 2n 자승, n은 2보다 큰 정수)의 미리 설정된 지점에 해당되는 사인파와 코사인파의 진폭 조합을 반송파를 이용해 보내게 된다. 여기서 일반적으로 실수부에 해당하는 신호를 I-채널이라 지칭하고, 허수부에 해당하는 신호를 Q-채널이라 지칭한다. 또한 각 QAM에 따른 조합분포도의 크기에 따라 각 점에 설정되는 심벌 즉 비트의 조합의 크기도 달라지게 된다. 다시 말해 QAM의 크기가 2^{2n}(n은 2보다 큰 정수)이라면 각 점에 설정되는 비트의 개수는 2n개가 된다.

<27> 일반적으로 QAM 복조기는 I 채널과 Q 채널로 들어오는 신호, 즉 $\alpha+\beta i$로 주어지는 수신된 신호를 앞서 언급한 미리 약속된 위치 즉, 조합 분포도(constellation point : 또는 성좌점)에 따라 원래의 비트 묶음으로 변환해주는 역할을 한다. 하지만 이때 수신된 신호가 잡음 간섭의 영향으로 인해 대부분의 $\alpha+\beta i$는 미리 지정된 자리, 즉 조합 분포도에 위치하지 않게 되고, 이러한 이유로 종종 복조기는 잡음으로 인해 변화된 신호를 원래의 신호로 복원해야 한다. 이러한 일련의 과정 즉 원래의 신호를 추정해내는 방법으로 지금까지는 수신된 $\alpha+\beta i$ 값과 조합 분포도의 각점들 사이의 거리를 계산하여 이중 가장 짧은 거리를 원래의 신호로 추정하고 그에 해당하는 값을 복조기의 출력으로 하였다. 도 5는 이러한 과정을 시각화한 것으로, 주어진 신호를 $\alpha+\beta i$라 가정하고, 주변 4개의 점들(1+1i, 1+3i, 3+1i, 3+3i)과의 거리를 계산하면 다음과 같이 쓸 수 있다.

<28>

$$D_1=\sqrt{(\alpha-1)^2+(\beta-1)^2}$$
$$D_2=\sqrt{(\alpha-1)^2+(\beta-3)^2}$$
$$D_3=\sqrt{(\alpha-3)^2+(\beta-1)^2}$$
$$D_4=\sqrt{(\alpha-3)^2+(\beta-3)^2}$$

<29> 이 경우 가장 짧은 거리를 보이는 것은 D_4 즉 3+3i가 된다.

<30> 그에 따라 복조기의 출력 값은 ' 0011' 이 된다. 이러한 방식의 QAM 신호 복조를 경판정(Hard decision)이라 한다. 그러나 이러한 과정은 많은 계산량을 요구하여 전체적인 수신기의 성능 저하를 유발할 수 있다. 그러므로 기존에는 실질적으로 사용되어 지고 있던 방법이 채택되었는데 이 방법은 살펴보면 다음과 같다. 일단 수신된 신호는 실수부의 값과 허수부의 값을 기준값(도 5의 2)에 비교하여 큰지 작은지 비교를 하게 된다. 이러한 비교의 과정을 거치면서 수신된 값이 어느 점(point)에 가까운지 영역별 구분을 하게 된다. 결국 1사분면의 소정영역안에 수신된 값이 들어갈 경우 그것을 근사화한 값은 항상 ' 0011' 이 된다. 이러한 간단한 비교로 실제거리 계산이 없이도 가장 근사된 원래의 심벌을 찾아낼 수 있다. 하지만 이러한 근사화에도 제약이 존재하는데 바로 그것이 심벌 단위의 근사화이다. 위에서 설명된 방법에 의하면 비트 단위의 근사화는 불가능하게 된다. 즉 네 개의 비트가 하나의 묶음으로 되어 있어 서로를 따로 떼어서 근사화시킬 수 없다는 단점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<31> 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 종래 기술의 문제점들을 해결하기 위하여 안출한 것으로서, QAM 방식으로 송신된 신호를 복조(Demodulation)하는 방법에 있어서 복조

를 비트단위로 하도록 하여 신뢰성 및 처리 속도를 향상할 수 있는 경판정 복호화 방법을 제공하기 위한 것이다.

<32> 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 특징은 직교 진폭 변조 QAM 방식의 경판정(Hard Decision)복조방법에 있어서, 수신된 신호의 직교위상성분값과 동위상성분값으로부터 해당 심별값을 비트단위로 결정하는 것을 특징으로 하는 직교진폭 변조의 경판정 복조방법을 포함하여 이루어진다.

<33> 이러한 과정을 수행하기 위하여 우선 기존에 알려져 있는 QAM의 조합분포도의 형태와 그에 따른 복조방법에 대해 언급하자면 다음과 같다. QAM의 조합분포도는 크게 3가지로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째는 도 7과 도 8에 나와 있는 것과 같이 분포되어 있는 형태이고 두 번째는 도 10과 도 11에 나와 있는 분포형태이며 나머지 세 번째는 이 특허의 범위에 포함되지 않는다.

<34> 도 7과 도 8에 나타나 있는 형태의 특징은 다음과 같이 요약할 수 있다.

<35> QAM의 크기가 2^{2n}인 경우 각 점에 설정되는 비트의 개수는 2n개가 되고 그 중에서 전반, 즉 1번 비트부터 n번 비트까지는 수신신호 α나 β중 어느 하나에 의해 복조가 되고 후반 n+1번째 비트부터 마지막 2n번째 비트는 나머지 하나의 수신신호에 의해 복조가 되며, 또한 복조의 방법은 전반과 후반의 방법이 같다. 다시 말해 전반의 복조 방법에다 후반에 해당하는 수신신호의 값을 대입하면 후반의 결과를 얻을 수 있다. (이러한 형태를 편의상 이후 ' 제1형' 이라 지칭 한다)

<36> 도 10과 도 11에 나타나 있는 형태의 특징은 다음과 같이 요약할 수 있다. QAM의 크기가 2^{2n}인 경우 각 점에 설정되는 비트의 개수는 2n개가 되고 홀수 번째 비트의 복조

방법은 그 다음의 짝수 번째 비트의 복조방법과 일치한다. 단 여기서 홀수 번째 비트를 복조하기 위한 수신신호 값은 α나 β중 어느 하나를 사용하고 짝수 번째 비트를 위한 수신신호 값은 나머지 하나를 사용하게 된다. 다시 말해 첫 번째와 두 번째 비트의 경우 복조방법은 같고 단지 사용되는 수신신호의 값만이 다를 뿐이다. (이러한 형태를 편의상 이후 ' 제2형' 이라 지칭 한다)

<37> 이러한 전제를 바탕으로 본 발명에서는 각 형태에 해당하는 새로운 경판정복조 방법을 사용하여 보다 빠르고 정확한 복조를 하는데 그 의의를 둔다 할 수 있다.

<38> 본 발명의 다른 목적, 특성 및 이점들은 첨부한 도면을 참조한 실시예들의 상세한 설명을 통해 명백해 질 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<39> 본 발명은 QAM 방식으로 송신된 신호를 경판정(Hard decision) 복조(Demodulation) 하는 방법에 관한 것이며 이러한 방법은 QAM의 크기에 상관없이 범용적으로 적용이 가능하다. 우선 상기와 같이 QAM 배열방식에는 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM, 1024-QAM과 같은 정방형 배열방식과, 32-QAM, 128-QAM, 512-QAM과 같은 다이아몬드형 배열방식이 있다.

<40> 본 발명은 산업체에서 주로 사용하고 있는 정방형 QAM에 관한 것으로, 입력신호에 대한 출력신호의 평가에 있어서 심볼단위로 하던 것을 비트단위로 함으로써보다 정확한 복원이 가능할 뿐만 아니라 처리속도 또한 향상시킬 수 있는 복조 장치 및 방법에 관한 것이다. 새롭게 개발된 QAM 복조 방법은 제1형과 제2형의 경우로 나누어 설명하겠으며 이에 대한 예는 제1실시예와 제2실시예를 통해 보여줄 것이다. 또한 출력의 형태는 변조기(Modulator)의 입력신호에 따라 변조기의 입력이 1/0인 경우에는 1/0으로, 1/-1(비제

로 복귀(non-return-to-zero : NRZ))인 경우에는 출력 역시 1/-1로 서로 구분되는 2가지 값 a와 b라는 형태만 존재하면 어떠한 형태(예를 들어, 1/0, 1/-1, a/-a, a/b)로도 가능하며 아래 설명의 경우는 1/0을 기준으로 설명하겠다.

<41> 먼저 설명에 들어 가기에 앞서 몇 가지 값에 대한 설명을 하자면 QAM의 크기는 수학식 1로 특징 지어 질 수 있으며 그에 따라 분포도의 각 점에 설정되는 비트의 수는 수학식 2로 특징 지어 질 수 있다.

<42> [수학식1]

<43> 2^{2n}-QAM, n=2,3,4 ····

<44> [수학식2]

<45> 각 점에 설정된 비트의 개수 = 2n

<46> 제1형의 경우 상기 제1형의 특징을 설명함에 있어 언급한 바와 같이 전반의 비트 조합을 복조하기 위해 수신신호 중 실수부나 허수부의 값 어느 하나를 사용한다고 하였는데 아래의 설명에서는 이해의 편의를 위해 전반은 β값을 후반은 α값을 사용하여 복조하는 방법을 설명한다.

<47> 제1형의 첫 번째 비트는 β값이 0보다 크거나 같으면 ' 1' 을 출력값으로 그이외의 경우는 ' 0' 을 출력값으로 한다.

<48> 두 번째 비트를 계산하는 방법은 수학식 3으로 나타내어질 수 있다.

<49> [수학식3]

<50> $|\beta| / 2^{n-1} \leq 1$ 이면 출력은 ' 1'

<51> 그 이외의 경우 출력은 ' 0'

<52> 다시 말해 $|\beta| / 2^{n-1}$ 값이 1보다 작거나 같으면 출력은 '1' 이 되고 그 이외의 경우는 '0' 이 된다.

<53> 세 번째 비트부터 전반의 마지막 비트, 즉 비트 번호 n 까지는 수학식 4로 나타내어 질 수 있다.

<54> [수학식4]

<55> 비트 번호 k의(k는 3이상인 정수) 출력은

<56> $4m-3 < |\beta| / 2^{n-k+1} \leq 4m-1 (m=1,\cdots,2^{k-3})$이면 '1'

<57> 그 이외의 경우는 '0'

<58> 다시 말해 수신된 β값이 조건식 $4m-3 < |\beta| / 2^{n-k+1} \leq 4m-1 (m=1,\cdots,2^{k-3})$을 만족하면 출력은 '1' 이 되고 만족하지 않으면 출력은 '0' 이 된다.

<59> 제1형의 후반 비트들 즉 비트 번호 n+1부터 2n까지의 계산 방법은 제1형의 특징에 따라 전반의 비트를 구하는 방법에서 β를 α로 치환하면 얻을 수 있다. 다시 말해 첫 번째 비트를 구하는 조건에서 β를 α로 치환한 조건(α값이 0보다 크거나 같으면 '1' 을 출력값으로 그 이외의 경우는 '0' 을 출력값으로 한다.)이 후반의 첫 번째 비트 즉 n+1번째 비트의 판별식이 된다. 후반의 두 번째 비트인 n+2번째 비트 또한 전반의 두 번째 비트를 판별하는 조건인 수학식 3에서 β를 α로 치환하면 판별할 수 있고 그 이후의 경우인 비트번호 n+3부터 2n까지는 수학식 4를 앞서와 같이 변형하면 판별할 수 있다. 단 이때 사용되는 k의 값은 3부터 n까지 순서대로 n+3부터 2n 대신에 사용된다.

<60> 제2형의 경우도 이해의 편의를 돕기 위해 상기 제2형의 특징에서 언급했듯이 홀수 번째 비트를 판별하기 위해 α값을 사용하고 짝수 번째 비트를 판별하기 위해 β값을 사용하도록 한다.

<61> 제2형의 첫 번째 비트는 α값이 0보다 작으면 ' 1' 을 출력값으로 그 이외의 경우는 ' 0' 을 출력값으로 한다.

<62> 두 번째 비트의 판별은 상기 제2형의 특성에 의거하여 구하고자 하는 비트의 바로 전 홀수 번째 비트 즉 여기서는 첫 번째 비트의 방법에서 사용된 수신 신호값, 즉 α를 β로 치환한 판별식(β값이 0보다 작으면 ' 1' 을 출력값으로 그 이외의 경우는 ' 0' 을 출력값으로 한다.)을 사용하면 된다.

<63> 제2형의 경우 세 번째 이후의 비트를 판별하기 위해선 두 가지 영역으로 나누어서 생각을 해야 한다. 도 11에서도 볼 수 있듯이 제2형의 세 번째 이상 비트의 경우 $\alpha \times \beta \geq 0$ 인 경우와 $\alpha \times \beta < 0$ 인 경우로 나누어서 판별식을 적용해야 하기 때문이다 우선 $\alpha \times \beta \geq 0$ 인 경우 세 번째 비트를 판별하는 식은 수학식 5로 나타내어질 수 있다.

<64> [수학식5]

<65> $|\beta| / 2^{n-1} \geq 1$ 이면 출력은 ' 1'

<66> 그 외의 경우 이면 출력은 ' 0'

<67> 네 번째 비트의 경우도 상기 제2형의 특징에 따라 세 번째 비트의 판별식인 수학식 5에서 β를 α로 치환한 식이 판별식이 된다.

<68> 여전히 $\alpha \times \beta \geq 0$라는 조건 아래 다섯 번째 이상의 비트를 판별하는 식은 수학식 6으로 나타내어 질 수 있다.

<69> [수학식6]

<70> 5번째 이상, 홀수 번째 비트인 2q-1번째(q는 3이상의 정수)비트의 판별식은

<71> $4m-3 < |\beta| / 2^{n-q+1} \leq 4m-1(m=1,\cdots,2^{q-3})$이면 출력은 ' 1'

<72> 그 이외의 경우 출력은 ' 0'

<73> 5번째 이상, 짝수 번째 비트인 2q번째(q는 3이상의 정수)비트의 판별식은

<74> $4m-3 < |\beta| / 2^{n-q+1} \leq 4m-1(m=1,\cdots,2^{q-3})$이면 출력은 ' 1'

<75> 그 이외의 경우 출력은 ' 0'

<76> 다시 말해 비트번호가 5이상이며 홀수인 비트의 경우 판별식 $4m-3 < |\beta| / 2^{n-q+1} \leq 4m-1(m=1,\cdots,2^{q-3})$을 만족하면 출력은 ' 1' 이 되고 만족하지 않으면 출력은 ' 0'이 된다. 또한 짝수 번째 비트의 판별식은 상기 제2형의 특징과 수학식 6에서도 알수 있듯이 홀수 번째 비트의 판별식에서 β를 α로 치환하기만 하면 된다.

<77> 두 번째 $\alpha \times \beta < 0$라는 조건 아래 세 번째 이상의 비트를 판별하는 식은 상기 $\alpha \times \beta \geq 0$ 조건 아래의 판별식에서 α와 β를 서로 치환하면 얻어질 수 있다. 이 또한 제2형의 특징이라 할 수 있다.

<78> 이러한 상기 과정을 통하여 수신된 신호 즉 $\alpha+\beta i$라는 값을 이용하여 정방형 QAM의 비트 단위의 경판정 복조를 가능하게 한다. 단 상기 설명된 방법은 수신된 신호를 선택하여 판별식에 대입하는 방법에 있어서 이해를 돕기 위해 임의로 순서를 정한 것이나 실제의 적용에 있어서는 더욱 범용적으로 적용이 되어 수식에서 표현된 α나 β라는 문자가 QAM의 조합 분포형태에 따라 얼마든지 뒤바뀜이 가능하며 이로 인해 출력값 또한 1/0의 순서가 0/1의 순서로 뒤바뀔 수도 있다. 다시 말해 상기 판별식의 틀을 유지 하는

한 판별식에 대입하는 두개의 수신 신호값 과 판별된 두개의 출력값 상호간에는 서로간의 뒤바뀜이 QAM의 조합 분포도에 따라 자유롭게 선택 가능하다. 이러한 점은 이 발명의 범용성을 넓혀주어 그 의의를 증대시켜 준다 하겠다.

<79> -제 1 실시예-

<80> 본 발명 제 1 실시예는 상기 제1형에 해당하는 경우로 상기 제1형의 특징이 적용되며 본 제 1 실시예에서는 QAM의 크기가 1024인 1024-QAM을 예를 들겠다.

<81> 기본적으로 본 발명에 따른 두 가지 실시예에서의 QAM은 다음 식으로 결정된다. 수학식 1은 QAM의 크기를 결정짓고 수학식 2는 QAM의 크기에 따라 조합 분포도의 각 점에 설정되는 비트의 개수를 나타낸다.

<82> [수학식1]

<83> 2^{2n}-QAM, n=2,3,4······

<84> [수학식2]

<85> 각 점에 설정된 비트의 개수 = 2n

<86> 이와 같은 수학식 1부터 2를 이용하여 n이 5일 때, 즉 수학식 1에 따라 2^{2*5}-QAM = 1024-QAM이며 각 분포점에 설정된 비트 수는 수학식 2에 따라 2x5=10비트인 경우를 설명하기로 한다. 먼저 판별식 적용에 들어가기에 앞서 제1형의 특징에 의해 전체 10개의 비트 중 전반 5개의 비트를 위한 판별식을 알면 나머지 후반 5개 비트의 판별식도 바로 알 수 있음을 알아야 하겠다.

<87> 적용에 들어가서 우선 첫 번째 비트의 출력을 판별하면, β값이 0보다 크거나 같으면 '1' 을 출력값으로 그 이외의 경우는 '0' 을 출력값으로 한다.

<88> 두 번째 비트의 출력값을 판별하면 상기 수학식 3을 이용하여 다음과 같이 표현된다.

<89> $|\beta| / 2^4 \leq 1$ 이면 출력은 ' 1'

<90> 그 이외의 경우 출력은 ' 0'

<91> 세 번째 비트를 상기 수학식 4를 이용하여 판별하면 다음과 같이 표현된다.

<92> $1 < |\beta| / 2^3 \leq 3$ (m=1)이면 출력은 ' 1'

<93> 그이외의 경우 출력은 ' 0'

<94> 네 번째 비트 역시 수학식 4를 이용하여 판별식을 표현하면 다음과 같다.

<95> $1 < |\beta| / 2^2 \leq 3$ (m=1) 또는

<96> $5 < |\beta| / 2^2 \leq 7$ (m=2) 이면 출력은 ' 1'

<97> 그 이외의 경우 출력은 ' 0'

<98> 다섯 번째 비트 역시 수학식 4를 이용하여 판별식을 표현하면 다음과 같다.

<99> $1 < |\beta| / 2^1 \leq 3$ (m=1) 또는

<100> $5 < |\beta| / 2^1 \leq 7$ (m=2) 또는

<101> $9 < |\beta| / 2^1 \leq 11$ (m=3) 또는

<102> $13 < |\beta| / 2^1 \leq 15$ (m=4) 이면 출력은 ' 1'

<103> 그 이외의 경우 출력은 ' 0'

<104> 그리고 앞에서 설명한 바와 같이 후반 비트들 즉 여섯 번째 비트부터 열 번째 비트는 상기 첫 번째 비트부터 다섯 번째 비트의 판별식에서 β대신에 α로 치환하여 판별한다.

<105> -제 2 실시예-

<106> 본 발명 제 2 실시예는 상기 제2형에 해당하는 경우로 상기 제2형의 특징이 적용되며 본 제 2 실시예에서는 QAM의 크기가 1024인 1024-QAM을 예를 들겠다.

<107> 본 제 2 실시예에서도 앞선 제 1 실시예의 경우에서처럼 수학식 1은 QAM의 크기를 결정짓고 수학식 2는 QAM의 크기에 따라 조합 분포도의 각 점에 설정되는 비트의 개수를 나타낸다.

<108> [수학식1]

<109> 2^{2n}-QAM, n=2,3,4······

<110> [수학식2]

<111> 각 점에 설정된 비트의 개수 = 2n

<112> 이와 같은 수학식 1부터 2를 이용하여 n이 5일 때, 즉 수학식 1에 따라 2^{2*5}-QAM = 1024-QAM이며 각 분포점에 설정된 비트 수는 수학식 2에 따라 2x5=10비트인 경우를 설명하기로 한다. 먼저 판별식 적용에 들어가기에 앞서 제2형의 특징에 의해 홀수 번째의 판별식이 그 다음 짝수 번째의 판별식으로 α와 β를 서로 치환하여 사용하게 된다. 또한 세 번째 비트 이후의 판별에서 보여지는 $\alpha x \geq 0$인 경우와 $\alpha x \beta < 0$ 인 경우 사이에서도 같은 판별식을 α와 β를 서로 치환하여 사용하게 됨을 재차 상기해야 할 것이다.

<113> 적용에 들어가서 우선 첫 번째 비트의 판별을 하면 α값이 0보다 작으면 ' 1' 을 출력값으로 그 이외의 경우는 ' 0' 을 출력값으로 한다.

<114> 두 번째 비트의 판별은 상기 제2형의 특징에 따라 첫 번째 비트의 판별식에서 α를 β로 치환하여 β값이 0보다 작으면 ' 1' 을 출력값으로 그 이외의 경우는 ' 0' 을 출력값으로 한다.

<115> 세 번째 비트부터 마지막 열 번째 비트의 판별은 αx$\beta \geq 0$인 경우와 αx$\beta < 0$인 경우로 나누어 설명한다.

<116> 우선 αx$\beta \geq 0$ 인 경우 세 번째 비트를 판별하기 위해 수학식 5을 적용하여 표현하면

<117> $|\beta| / 2^4 \geq 1$ 이면 출력은 ' 1'

<118> 그 외의 경우 이면 출력은 ' 0'

<119> 네 번째 비트는 상기 제2형의 특징을 적용하여 세 번째 비트의 판별식에서 β를 α로 치환한 식이 된다.

<120> 다섯 번째 비트는 상기 수학식 6을 적용하여 표현하면

<121> $1 < |\beta| / 2^3 \leq 3$ (m=1) 이면 출력은 ' 1'

<122> 그 이외의 경우 출력은 ' 0'

<123> 여섯 번째 비트 또한 위와 같이 다섯 번째 비트의 판별식에서 β를 α로 치환한 식이 된다.

<124> 일곱 번째 비트도 상기 수학식 6을 적용하여 표현하면

<125> $1 < |\beta| / 2^2 \leq 3$ (m=1) 또는

<126> $5 < |\beta| / 2^2 \leq 7$ (m=2) 이면 출력은 ' 1'

<127> 그 이외의 경우 출력은 ' 0'

<128> 여덟 번째 비트 또한 위와 같이 일곱 번째 비트의 판별식에서 β를 α로 치환한 식이 된다.

<129> 아홉 번째 비트도 상기 수학식 6을 적용하여 표현하면

<130> $1 < |\beta| / 2^1 \leq 3$ (m=1) 또는

<131> $5 < |\beta| / 2^1 \leq 7$ (m=2) 또는

<132> $9 < |\beta| / 2^1 \leq 11$ (m=3) 또는

<133> $13 < |\beta| / 2^1 \leq 15$ (m=4) 이면 출력은 '1'

<134> 그 이외의 경우 출력은 ' 0'

<135> 열 번째 비트 또한 위와 같이 아홉 번째 비트의 판별식에서 β를 α로 치환한 식이 된다.

<136> $\alpha \times \beta < 0$ 인 경우의 세 번째 비트부터 열 번째 비트의 판별식은 제2형의 특징에 따라 상기 $\alpha \times \beta \geq 0$인 경우에서 α는 β로, β는 α로 서로 상호 치환을 하면 얻을 수 있다.

【발명의 효과】

<137> 이와 같은 본 발명 복조화 방법에 있어서 기존의 심볼단위의 복조가 아닌 비트 단위의 복조가 가능해짐에 따라 후속되는 좀더 유용한 복조기법의 개발이 가능해지며, 각 비트에 독립된 처리를 가하여 2차적인 기능을 부여할 수 있다. 또한 복조화 과정에서의 연산이 없이 단순한 비교 회로로만 구성이 가능하므로 이에 따른 실제 구현의 유연성과 처리속도가 향상되는 효과가 있다

【특허청구범위】

【청구항 1】

직교 진폭 변조 QAM (Quadrature Amplitude Modulation)방식의 경판정(Hard Decision)복조방법에 있어서, 수신된 신호의 직교위상성분값(β)과 동위상성분값(α)으로 부터 해당 심벌값을 비트단위로 결정하는 것을 특징으로 하는 직교 진폭 변조의 경판정복조방법

【청구항 2】

제1항에 있어서, 제1형의 첫 번째 비트의 판정방법은 수신값 α나 β중 어느 하나를 조합분포도의 형태에 따라 선택하여 그 값이 0보다 크거나 같으면 출력은 a이고, 그밖에는 b로 결정하는 것을 특징으로 하는 직교 진폭 변조의 경판정복조방법

[여기서 α는 I(실수부) 채널의 수신값, β는 Q(허수부) 채널의 수신값이며 a와 b는 서로 구분되는 임의의 수]

【청구항 3】

제1항에 있어서, 제1형의 두 번째 비트의 판정방법은 수신값 α나 β중 어느 하나를 선택하여 $|\Omega| / 2^{n-1}$값이 0보다 작거나 같으면 출력은 a이고, 그밖에는 b로 결정하는 것을 특징으로 하는 직교 진폭 변조의 경판정복조방법

[여기서 a와 b는 서로 구분되는 임의의 수이고 n은 QAM의 크기, 즉 2^{2n}을 결정 짓는 변수이며 Ω는 선택된 수신값 이다.]

【청구항 4】

제1항에 있어서, 제1형의 세 번째 이상이며 n번째 이하의 비트의 판정방법은 수신값 α나 β중 어느 하나를 선택하여 하기 수학식 4로 결정하는 것을 특징으로 하는 직교 진폭 변조의 경판정복조방법

[수학식4]

비트 번호 k의(k는 3이상인 정수) 출력은

$4m-3 < |\Omega| / 2^{n-k+1} \leq 4m-1$ $(m=1,\cdots,2^{k-3})$이면 , a

그 이외의 경우는 b

[여기서 a와 b는 서로 구분되는 임의의 수이고 n은 QAM의 크기, 즉 2^{2n}을 결정 짓는 변수이며 Ω는 선택된 수신값 이다]

【청구항 5】

제1항에 있어서, 제1형의 n+1번째부터 2n번째까지의 비트의 결정은 각각 이에 대응하는 첫 번째 비트부터 n번째까지의 비트를 결정하는 방법과 동일하되 수신값 α나 β중 선택되지 않은 수신값으로 식의 입력값을 대치하여 각각 결정하는 것을 특징으로 하는 직교 진폭 변조의 경판정복조방법 β

【청구항 6】

제1항에 있어서, 제2형의 첫 번째 비트의 판정방법은 수신값 α나 β중 어느 하나를 조합분포도의 형태에 따라 선택하여 그 값이 0보다 작으면 출력은 a이고, 그밖에는 b로 결정하는 것을 특징으로 하는 직교 진폭 변조의 경판정 복조방법

[여기서 α는 I(실수부) 채널의 수신값, β는 Q(허수부) 채널의 수신값이며 a와 b는 서로 구분되는 임의의 수]

【청구항 7】

제1항에 있어서, 제2형의 두 번째 비트의 판정방법은 제2형의 첫 번째 비트의 판정방법에서 선택되지 않은 수신값을 이용하여 그 값이 0보다 작으면 출력은 a이고, 그 밖에는 b로 결정하는 것을 특징으로 하는 직교 진폭 변조의 경판정복조방법

[여기서 a와 b는 서로 구분되는 임의의 수]

【청구항 8】

제1항에 있어서, 제2형의 세 번째 비트의 판정방법은 수신값 α나 β중 어느 하나를 조합분포도의 형태에 따라 선택한 뒤 α와 β의 곱의 결과가 0보다 크면서 $|\Omega|/2^{n-1}$이 1보다 크거나 같은 경우 또는 α와 β의 곱의 결과가 0보다 작으면서 $|\phi|/2^{n-1}$이 1보다 크거나 같으면 출력은 a이고 그 외의 경우는 b로 결정하는 것을 특징으로 하는 직교 진폭 변조의 경판정복조방법

[여기서 a와 b는 서로 구분되는 임의의 수이고 n은 QAM의 크기, 즉 2^{2n}을 결정 짓는 변수이며 α는 I(실수부) 채널의 수신값, β는 Q(허수부) 채널의 수신값을 의미 하며 Ω는 선택된 수신값, ϕ는 선택되지 않은 수신값을 의미]

【청구항 9】

제1항에 있어서, 제2형의 네 번째 비트의 판정방법은 제2형의 세 번째 비트의 판정방법에서 두 수신값의 위치를 바꾼 식(α와 β의 곱의 결과가 0보다 크면서 $|\phi|/2^{n-1}$이 1보다 크거나 같은 경우 또는 α와 β의 곱의 결과가 0보다 작으면서 $|\Omega|/$

2^{n-1}이 1보다 크거나 같으면 출력은 a이고 그 외의 경우는 b로 결정하는 것)으로 결정하는 것을 특징으로 하는 직교 진폭 변조의 경판정복조방법

[여기서 a와 b는 서로 구분되는 임의의 수이고 n은 QAM의 크기, 즉 2^{2n}을 결정 짓는 변수이며 α는 I(실수부) 채널의 수신값, β는 Q(허수부) 채널의 수신값을 의미 하며 Ω는 선택된 수신값, $\emptyset$는 선택되지 않은 수신값을 의미]

【청구항 10】

제1항에 있어서, 제2형의 다섯 번째 이상인 홀수 비트의 판정방법은 수신값 α나 β중 어느 하나를 조합분포도의 형태에 따라 선택하여 하기 수학식 7로 결정하는 것을 특징으로 하는 직교 진폭 변조의 경판정복조방법

[수학식7]

5번째 이상, 홀수 번째 비트인 2q-1번째(q는 3이상의 정수)비트의 판별식은

$\alpha * \beta \geq 0$ 이며 $4m-3 < |\Omega| / 2^{n-q+1} \leq 4m-1 (m=1,\cdots,2^{q-3})$이거나 또는

$\alpha * \beta \geq 0$ 이며 $4m-3 < |\emptyset| / 2^{n-q+1} \leq 4m-1 (m=1,\cdots,2^{q-3})$

이면 출력은 a

그 이외의 경우 출력은 b

[여기서 α는 I 채널의 입력값이고, β는 Q 채널의 입력값이고, n은 QAM의 크기, 즉 2^{2n}을 결정 짓는 변수이며 Ω는 선택된 수신값, $\emptyset$는 선택되지 않은 수신값을 의미한다.]

【청구항 11】

제1항에 있어서, 제2형의 다섯 번째 이상인 짝수 비트의 판정방법은 수신값 α나 β중 어느 하나를 조합분포도의 형태에 따라 선택하여 하기 수학식 8로 결정하는 것을 특징으로 하는 직교 진폭 변조의 경판정복조방법

[수학식8]

5번째 이상, 짝수 번째 비트인 2q번째(q는 3이상의 정수)비트의 판별식은

$\alpha * \beta \geq 0$ 이며 $4m-3 < | \phi | / 2^{n-q+1} \leq 4m-1 (m=1,\cdots,2^{q-3})$

이거나 또는

$\alpha * \beta < 0$ 이며 $4m-3 < | \Omega | / 2^{n-q+1} \leq 4m-1 (m=1,\cdots,2^{q-3})$

이면 출력은 a

그 이외의 경우 출력은 b

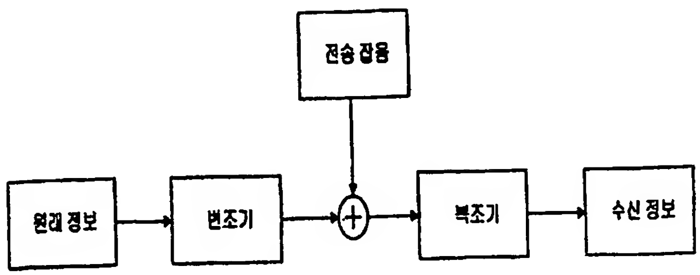
[여기서 α는 I 채널의 입력값이고, β는 Q 채널의 입력값이고, n은 QAM의 크기, 즉 2^{2n}을 결정 짓는 변수이며 Ω는 선택된 수신값, ϕ는 선택되지 않은 수신값을 의미한다.]

【청구항 12】

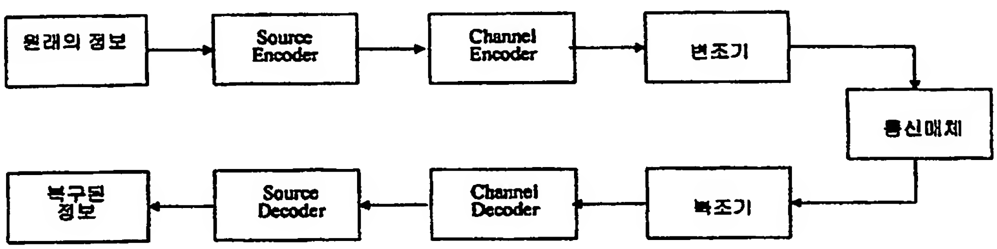
직교 진폭 변조 QAM (Quadrature Amplitude Modulation)방식의 경판정(Hard Decision)복조를 수행하는 장치에 있어서, 수신된 신호의 직교위상성분값과 동위상 성분값으로부터 해당 심벌값을 비트단위로 결정하는 경판정결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 직교 진폭 변조의 경판정 복조장치

【도면】

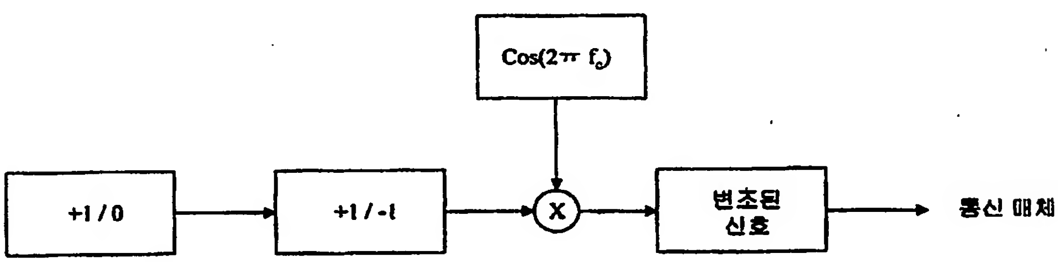
【도 1】


전송잡음
원래정보
변조기
복조기
수신정보

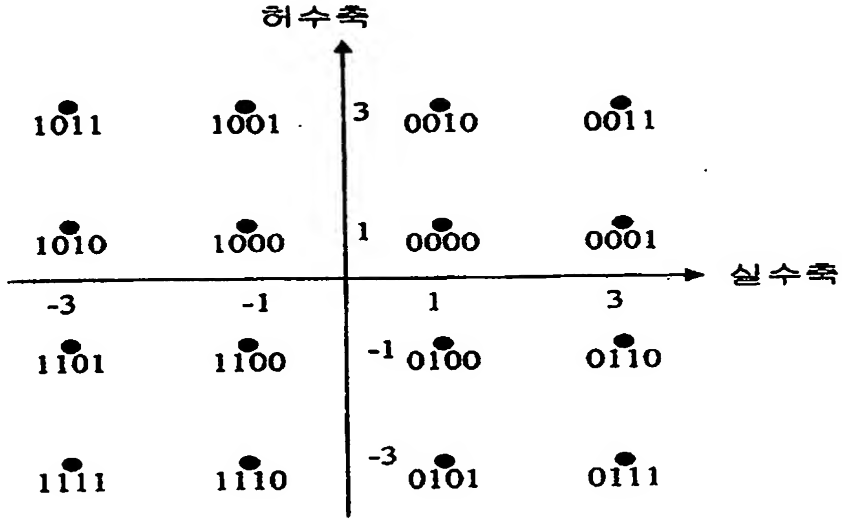
【도 2】


원래의 정보
Source Encoder
Channel Encoder
변조기
통신매체
복구된 정보
Source Decoder
Channel Decoder
복조기

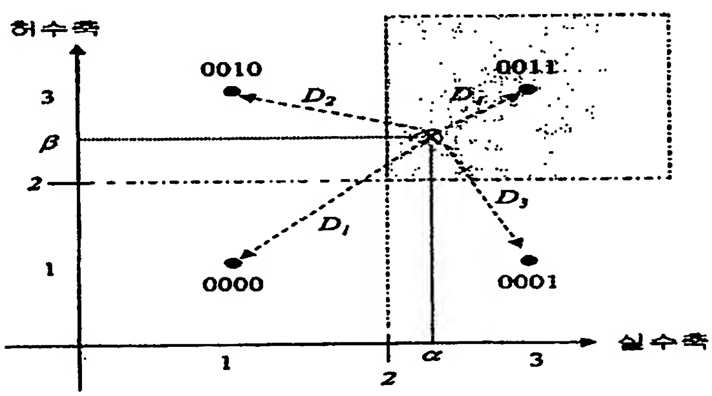
【도 3】


Cos(2π f_c)
+1 / 0
+1 / -1
X
변조된 신호
통신 매체

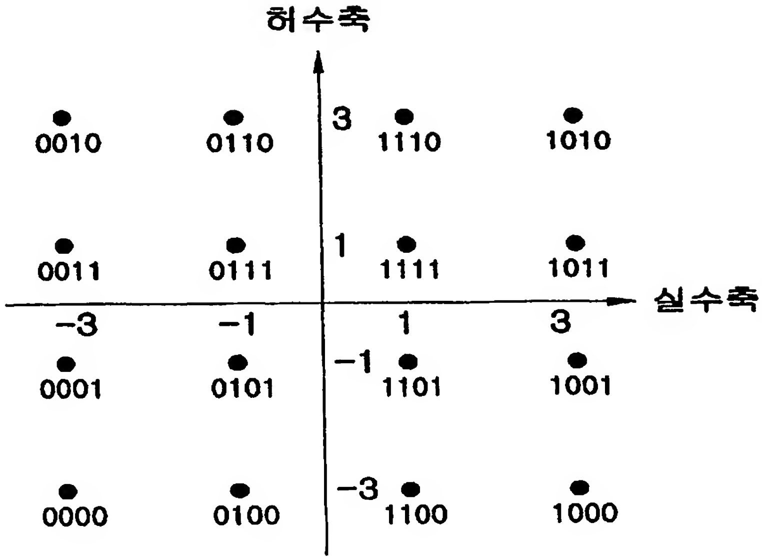
【도 4】


허수축
1011
1001
3
0010
0011
1010
1000
1
0000
0001
실수축
-3
-1
1
3
1101
1100
-1
0100
0110
1111
1110
-3
0101
0111

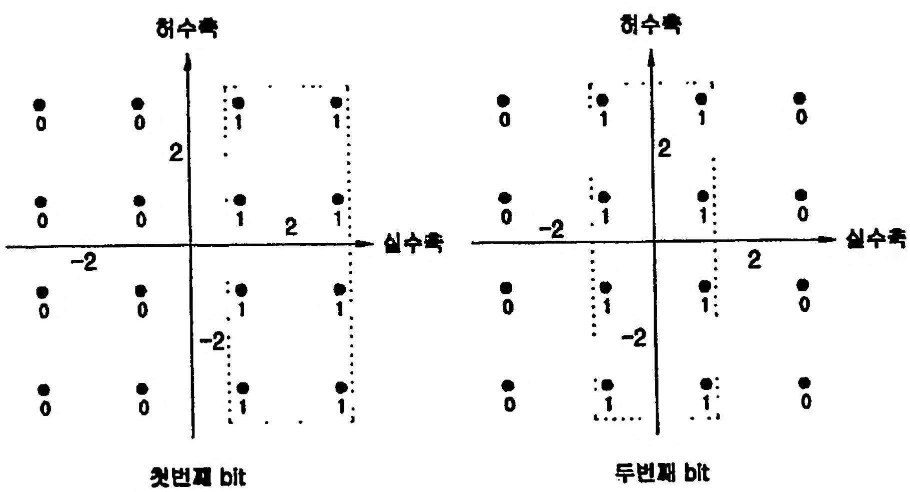
【도 5】


허수축
0010
0011
3
D_2
D_4
β
2
D_3
D_1
1
0000
0001
실수축
1
2
α
3

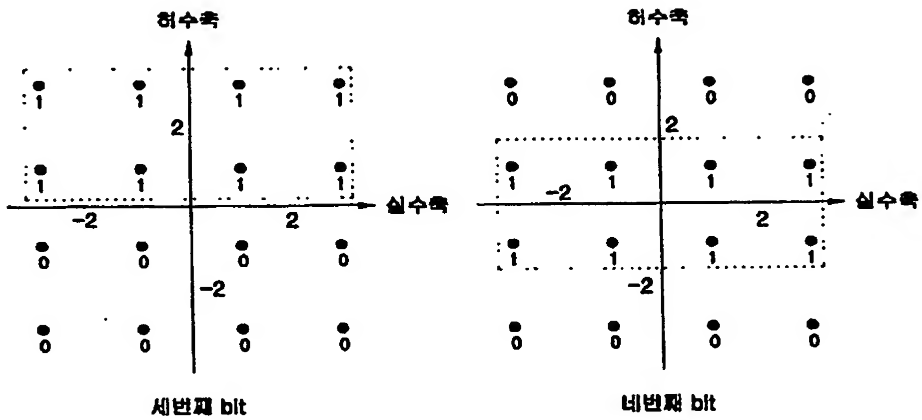
【도 6】


허수축
실수축
3
1
-1
-3
-3
-1
1
3
0010
0110
1110
1010
0011
0111
1111
1011
0001
0101
1101
1001
0000
0100
1100
1000

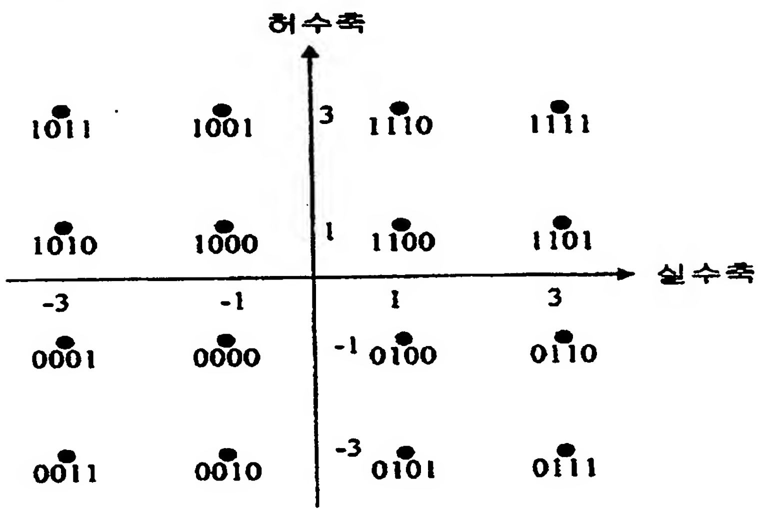
【도 7】


허수축
실수축
2
-2
첫번째 bit
두번째 bit

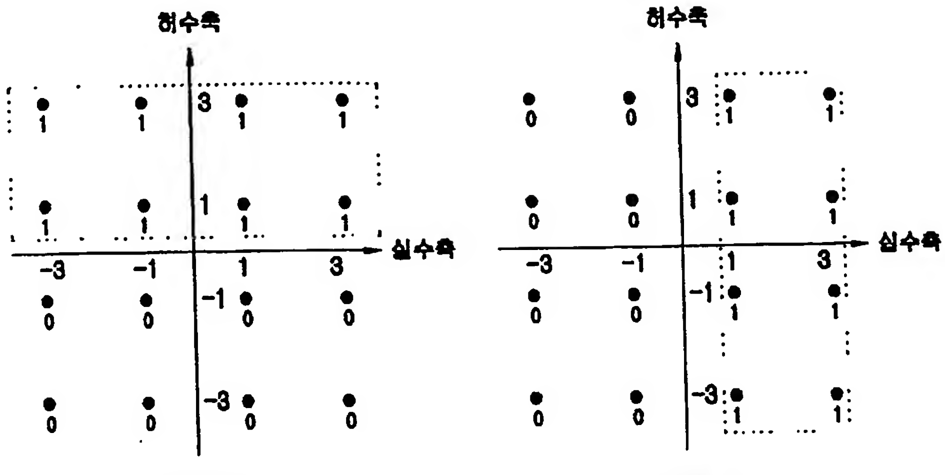
【도 8】


허수축
실수축
2
-2
허수축
실수축
2
-2
세번째 bit
네번째 bit

【도 9】

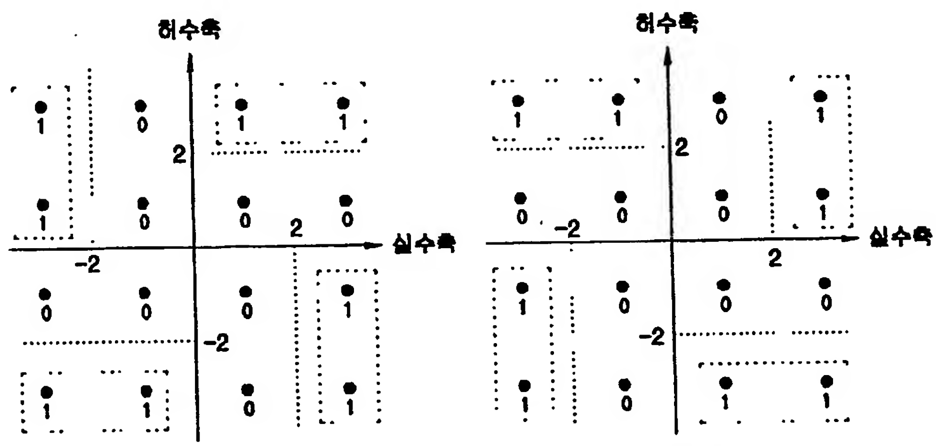

허수축
실수축
1011
1001
1110
1111
1010
1000
1100
1101
0001
0000
0100
0110
0011
0010
0101
0111
3
1
-1
-3
-3
-1
1
3

【도 10】



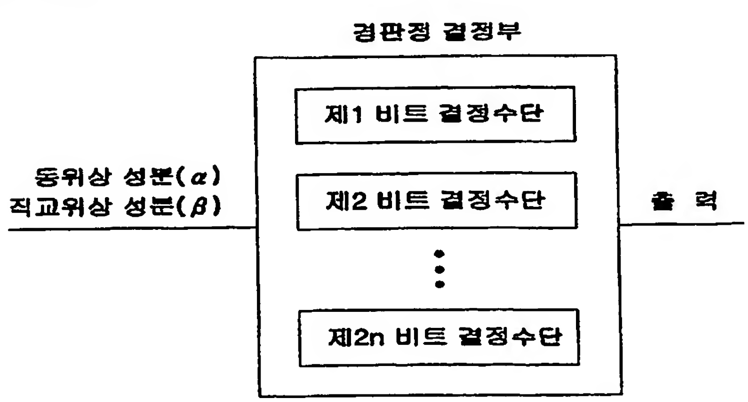
첫번째 bit　　　두번째 bit

【도 11】

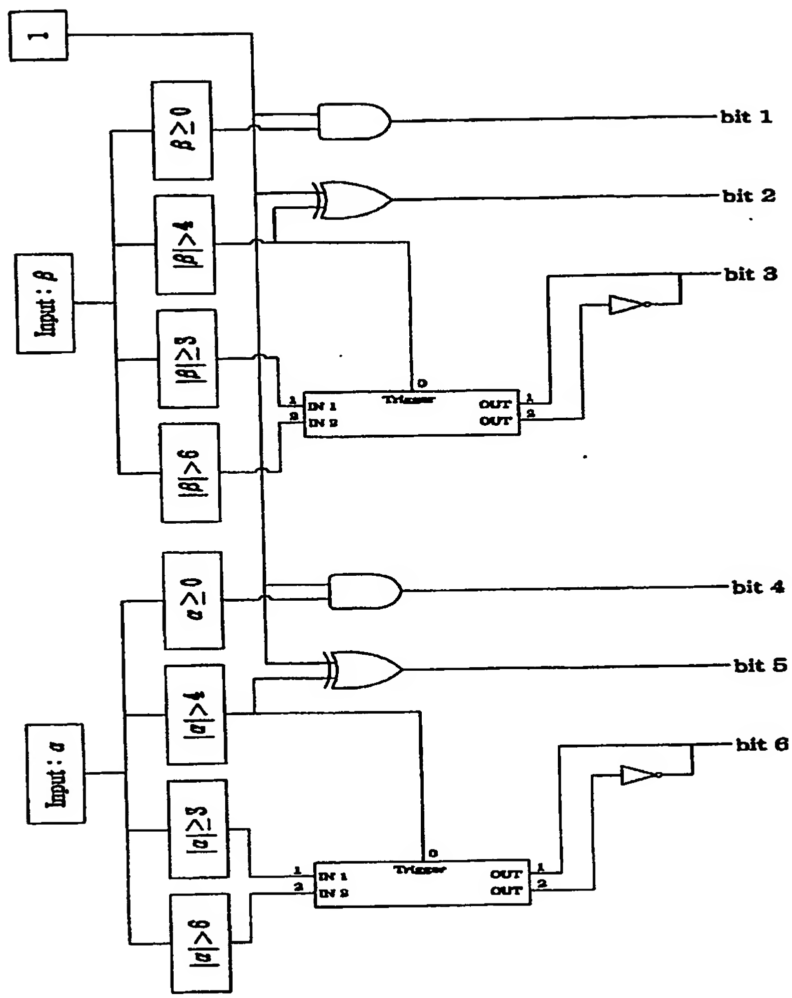


세번째 bit　　　네번째 bit

【도 12】



【도 13】


1
Input : β
β ≥ 0
|β| > 4
|β| ≥ 3
|β| > 6
Trigger
IN 1
IN 2
OUT
OUT
bit 1
bit 2
bit 3
Input : α
α ≥ 0
|α| > 4
|α| ≥ 3
|α| > 6
bit 4
bit 5
bit 6